

EP

US

特 許 協 力 条 約

PCT

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 661930	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220) 及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JPO0/03223	国際出願日 (日.月.年) 19.05.00	優先日 (日.月.年) 21.05.99
出願人(氏名又は名称) 住友電気工業株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 5 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☒ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☐ 出願人が提出したものを承認する。

☒ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 1 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

第Ⅰ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅱ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

- ・請求の範囲1-17は軸受構造に関するものである。
- ・請求の範囲18-26はハードディスクドライブに関するものである。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

第Ⅲ欄 要約 (第1ページの5の続き)

非接触で回転する回転側部材に蓄積される静電気を安全に固定側部材に放電する軸受構造、及び静電気による障害を回避するHDDを提供する。非接触で回転する回転側部材の回転中心軸上もしくはその近傍に、固定側部材と回転側部材とを電氣的につなぐ、例えば、磁性流体(13)を含む導通機構を設ける。回転中心軸もしくはその近傍は、回転側部材と固定側部材との相対回転による影響や、動圧発生用の気流による影響をほとんど受けることがなく、磁性流体(13)の介在位置が安定して維持され、回転側部材の静電気を確実に固定側部材へ逃がす。また、粘性抵抗や、発熱の問題もほとんど生じない。磁性流体の代わりに、導電体の可撓性を有する舌片などの導通機構を用いてもよい。HDDでは、ダミーディスクとダミーヘッドとを設けてこの両者間で放電を誘発することにより、HDDの他の部分での静電気障害を回避する。

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. ⁷ F16C17/10, F16C33/10, F16C33/24,
H02K5/16, H02K7/08, H02K7/09, H02K21/22
G11B19/20, G11B25/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. ⁷ F16C17/00-17/26, F16C33/00-33/28,
H02K5/00-5/26, H02K7/00-7/20, H02K21/22
G11B19/20-19/28, G11B25/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2000年
日本国登録実用新案公報 1994-2000年
日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 11-69725, A (セイコーインスツルメンツ株式会社), 9. 3月. 1999 (09. 03. 99), 第4欄, 第1行-第5欄, 第8行 (ファミリーなし)	1, 2, 11, 15-17
X	JP, 5-288214, A (株式会社荏原製作所), 2. 11月. 1993 (02. 11. 93), 第4欄, 第31行-第6欄, 第30行 (ファミリーなし)	1, 3, 11, 12, 16, 17
Y		4-7

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22. 08. 00

国際調査報告の発送日

05.09.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

窪田 治彦

3W

9823

電話番号 03-3581-1101 内線 3367

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP, 9-144758, A (株式会社三協精機製作所), 3. 6月. 1997 (03. 06. 97), 第7欄, 第18行-25行 (ファミリーなし)	1, 8, 11, 16, 17 10
X Y	JP, 8-296649, A (京セラ株式会社), 12. 11 月. 1996 (12. 11. 96), 第3欄, 第18行-第4欄, 第4行 (ファミリーなし)	13, 14, 16, 17 12
A	JP, 5-347066, A (茨城日本電気株式会社), 27. 12月. 1993 (27. 12. 93), 第2欄, 第15行-第4 欄, 第4行 (ファミリーなし)	1-26

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/03223

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ F16C17/10, F16C33/10, F16C33/24,
H02K5/16, H02K7/08, H02K7/09, H02K21/22
G11B19/20, G11B25/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ F16C17/00-17/26, F16C33/00-33/28,
H02K5/00-5/26, H02K7/00-7/20, H02K21/22
G11B19/20-19/28, G11B25/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 11-69725, A (Seiko Instruments Inc.), 09 March, 1999 (09.03.99), Column 4, line 1 to Column 5, line 8 (Family: none)	1, 2, 11, 15-17
X	JP, 5-288214, A (Ebara Corporation), 02 November, 1993 (02.11.93), Column 4, line 31 to Column 6, line 30 (Family: none)	1, 3, 11, 12, 16, 17 4-7
Y		
X	JP, 9-144758, A (SANKYO SEIKI MFG. CO., LTD.), 03 June, 1997 (03.06.97), Column 7, lines 18 to 25 (Family: none)	1, 8, 11, 16, 17 10
Y		
X	JP, 8-296649, A (Kyocera Corporation), 12 November, 1996 (12.11.96), Column 3, line 18 to Column 4, line 4 (Family: none)	13, 14, 16, 17, 12
Y		
A	JP, 5-347066, A (NEC Ibaraki Ltd.), 27 December, 1993 (27.12.93), Column 2, line 15 to Column 4, line 4 (Family: none)	1-26

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not
considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing
date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is
cited to establish the publication date of another citation or other
special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other
means
"P" document published prior to the international filing date but later
than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or
priority date and not in conflict with the application but cited to
understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered novel or cannot be considered to involve an inventive
step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered to involve an inventive step when the document is
combined with one or more other such documents, such
combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 August, 2000 (22.08.00)

Date of mailing of the international search report
05 September, 2000 (05.09.00)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/03223

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The subject matters of the inventions of claims 1-17 relate to a bearing structure.

The subject matters of the inventions of claims 18-26 relate to a hard disk drive.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

From the INTERNATIONAL BUREAU

NOTIFICATION OF RECEIPT OF
RECORD COPY

(PCT Rule 24.2(a))



To:

AOYAMA, Tamotsu
Aoyama & Partners
IMP Building
3-7, Shiromi 1-chome
Chuo-ku, Osaka-shi
Osaka 540-0001
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 22 June 2000 (22.06.00)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference 661930	International application No. PCT/JP00/03223

The applicant is hereby notified that the International Bureau has received the record copy of the international application as detailed below.

Name(s) of the applicant(s) and State(s) for which they are applicants:

SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD. (for all designated States except US)
KOMURA, Osamu et al (for US)

International filing date : 19 May 2000 (19.05.00)
Priority date(s) claimed : 21 May 1999 (21.05.99)
05 October 1999 (05.10.99)
30 November 1999 (30.11.99)

Date of receipt of the record copy
by the International Bureau : 05 June 2000 (05.06.00)

List of designated Offices :

EP : AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE
National : US

ATTENTION

The applicant should carefully check the data appearing in this Notification. In case of any discrepancy between these data and the indications in the international application, the applicant should immediately inform the International Bureau.

In addition, the applicant's attention is drawn to the information contained in the Annex, relating to:

- ☒ time limits for entry into the national phase
☒ confirmation of precautionary designations
☒ requirements regarding priority documents

A copy of this Notification is being sent to the receiving Office and to the International Searching Authority.

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Authorized officer:

Masashi HONDA

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Telephone No. (41-22) 338.83.38

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

From the INTERNATIONAL BUREAU

NOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

To:

AOYAMA, Tamotsu
Aoyama & Partners
IMP Building
3-7, Shiromi 1-chome
Chuo-ku, Osaka-shi
Osaka 540-0001
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 13 September 2000 (13.09.00)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference 661930	
International application No. PCT/JP00/03223	International filing date (day/month/year) 19 May 2000 (19.05.00)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 21 May 1999 (21.05.99)
Applicant SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD. et al	

1. The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
2. This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
3. An asterisk(*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
4. The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
21 May 1999 (21.05.99)	11/141512	JP	04 Augu 2000 (04.08.00)
05 Octo 1999 (05.10.99)	11/284111	JP	04 Augu 2000 (04.08.00)
30 Nove 1999 (30.11.99)	11/339388	JP	04 Augu 2000 (04.08.00)

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Authorized officer

Somsak Thiphrakesone

Telephone No. (41-22) 338.83.38

PCT

NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE
COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL
APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

AOYAMA, Tamotsu
Aoyama & Partners
IMP Building
3-7, Shiromi 1-chome
Chuo-ku, Osaka-shi
Osaka 540-0001
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 30 November 2000 (30.11.00)		
Applicant's or agent's file reference 661930		IMPORTANT NOTICE
International application No. PCT/JP00/03223	International filing date (day/month/year) 19 May 2000 (19.05.00)	
Applicant SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD. et al		

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:

US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:

EP

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on 30 November 2000 (30.11.00) under No. WO 00/71903

REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a demand for international preliminary examination must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))

If the applicant wishes to proceed with the international application in the national phase, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer J. Zahra
Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Telephone No. (41-22) 338.83.38

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2000年11月30日 (30.11.2000)

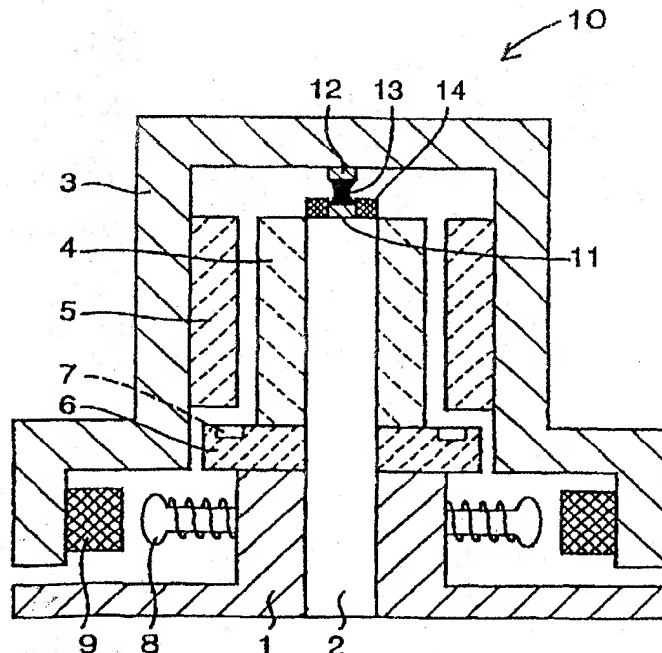
PCT

(10) 国際公開番号
WO 00/71903 A1

- (51) 国際特許分類: F16C 17/10, 33/10, 33/24, H02K 5/16, 7/08, 7/09, 21/22, G11B 19/20, 25/04
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/03223
- (22) 国際出願日: 2000年5月19日 (19.05.2000)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願平11/141512 1999年5月21日 (21.05.1999) JP
特願平11/284111 1999年10月5日 (05.10.1999) JP
特願平11/339388 1999年11月30日 (30.11.1999) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒541-0041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてののみ): 小村 修 (KOMURA, Osamu) [JP/JP], 大槻 誠 (OTSUKI, Makoto) [JP/JP], 村部 馨 (MURABE, Kaoru) [JP/JP]; 〒664-0016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo (JP).
- (74) 代理人: 青山 葆, 外(AOYAMA, Tamotsu et al.); 〒540-0001 大阪府大阪市中央区城見1丁目3番7号 IMPビル 青山特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国(国内): US.
- (84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: BEARING STRUCTURE, SPINDLE MOTOR, AND HARD DISK DRIVE

(54) 発明の名称: 軸受構造、スピンドルモータ、及びハードディスクドライブ



(57) Abstract: A bearing structure in which static electricity accumulated in a rotation-side member rotatable in a noncontact way is safely discharged to a fixed-side member, and an HDD free from a failure due to static electricity are disclosed. The bearing structure has an electrical connection mechanism including, for example, a magnetic fluid (13) for electrically connecting a fixed-side member to a rotation-side member disposed on the rotary shaft of the rotation-side member rotatable in a noncontact way or near the rotary shaft. The rotary shaft and the space near the rotary shaft are almost free from the influence of the relative rotation between the fixed-side member and the rotation-side member and the influence of the air current for producing dynamic pressure. Therefore the position where the magnetic fluid (13) is disposed is stabilized and maintained, and the static electricity of the rotation-side member is completely discharged to the fixed-side member. Problems such as viscous resistance and heat generation hardly arise. Instead of use of magnetic fluid, an electrical connection mechanism such as a flexible tongue piece of a conductor can

WO 00/71903 A1

明 細 書

軸受構造、スピンドルモータ、及びハードディスクドライブ

5 技術分野

本発明は、軸受構造、スピンドルモータ、及びハードディスクドライブに関するもので、より詳しくは、静電気対策を備えたことを特徴とする軸受構造、スピンドルモータ、及びハードディスクドライブに関する。

10 背景技術

従来技術にかかるハードディスクドライブ（以下、「HDD」という。）の概要を図10に示す。図において、HDD100は、ディスク部110と、ヘッド部120との2つの主要要素により構成され、ハウジング130内に収納されている。ディスク部110は更に、高速で回転するスピンドルモータ111と、前記スピンドルモータ111の外周部に搭載された情報記憶面を有する複数の記憶メディア90とからなる。ヘッド部120は、高速回転する記憶メディア90の情報記憶面にアクセスし、必要な情報の記録もしくは再生を行う複数のヘッドアセンブリ121と、ヘッドアセンブリ121を支持するキャリッジ125と、ヘッドアセンブリ121が各記憶メディア90の必要部分にアクセスできるよう前記キャリッジ125をピボット操作するヘッドマウント128とにより構成されている。

スピンドルモータ111は、昨今の記憶装置の小型化、高速化、大容量化の要請に伴い、10,000rpmを越す高速、高精度の回転を実現させるため、従来から使用されていたボールベアリング式の軸受に代わり、動圧軸受が使用され始めている。中でも、高速回転においても発熱せず、取扱いも容易な動圧気体軸受を備えたスピンドルモータの使用が注目されている。

図11は、前記動圧気体軸受けを備えたスピンドルモータ111の例を示して、

は高速で安定した回転が得られる利点はあるが、非接触状態での高速回転には問題がある。高速回転に伴う空気摩擦などの影響で、回転側部材に静電気が発生し、非接触であるが故にその静電気が回転側部材に蓄積されることである。軸受部にボールベアリングが使用されている場合には、接触状態にあるボールベアリングを介して静電気が常時固定部材側へ放電され、問題を生じない。しかし、動圧気体軸受における回転側部材は、回転が続く限り固定側部材とは非接触であり、したがって発生した静電気を軸受固定側部材に逃がすことができない。このため静電気が一定以上蓄積されると、例えば、HDDを構成するディスク部110とヘッド部120（図10参照）との間で放電が起こることがあり、そのような場合には、ヘッドアセンブリ121、記憶メディア90、その他のHDD機材に損傷を与える恐れがある。これは、動圧気体軸受に限らず、磁気軸受構造、静圧気体軸受構造など、他の非接触状態で回転を支承する軸受構造においても同様である。

なお、動圧気体軸受が使用されている場合、スピンドルモータの回転停止時には動圧が発生せず、したがって軸受部を構成する回転側部材と固定側部材とは接触して停止する。このため、この軸受部材が、例えばステンレス鋼などの導電性材料でできておれば、スピンドルモータの停止時には軸受部材間の接触により静電気を逃がすことはできる。したがって、スピンドルモータが比較的短時間の断続稼動をする場合においては、静電気が回転側部材に蓄積することは回避可能となる。しかしながら、非接触状態の回転稼動が長時間継続して行なわれるような場合には、静電気が蓄積されることとなり、上述のようにHDD機材に損傷を与える恐れがある。

更には、軸受を構成する部材として、軸受部での磨耗や焼き付けを防止するために耐摩耗性に優れたセラミックスが用いられることがある。一般にセラミックスは非導電性であるため、このように軸受部材に非導電性材料が使用されていれば、たとえスピンドルモータの停止時に軸受部材間が接触しても、静電気を逃がすことができなくなる。

僅かなギャップが設けられる。そのギャップに、磁性流体 1 5 3 を充填し、回転側部材に発生する静電気を、この磁性流体 1 5 3 を通して固定側部材の方へ逃がそうとするものである。

5 しかし、特開平 1 1 - 5 5 9 1 6 号公報に開示された上記のような構成には問題が残る。この軸受を構成するラジアル軸受部材 1 4 4 と 1 4 5 の間、及びスラスト軸受部材 1 4 4 と 1 4 6、及び 1 4 4 と 1 4 7 の間には、動圧を発生させるための気体の導通が必要である。図 1 2 に示す構成では、その気体の吸込み／吐出し口は、図の矢印 1 5 0 で示すように、スピンドルモータの上端開口部、もしくは下
10 端開口部にしかない。したがって、この動圧発生用の気体の流れは、図から明らかなように磁性流体 1 5 3 によるシール層を貫通することとなる。このため、軸受部の寸法諸元、軸受使用条件、使用されるシール部材性質などによっては、前記流入する空気の貫通によって前記磁気流体シール層が破れ、ロータハブ 1 4 3 の高速回転によって磁性流体 1 5 3 が飛散してしまう恐れがある。磁性流
15 体 1 5 3 が一旦飛散すると、回転側部材は固定側部材と非接触の状態となり、回転側部材に静電気が蓄積されて、HDD などに損傷を及ぼす恐れを生ずる。

別の問題として、磁性流体 1 5 3 によってシールされる部分の前記回転側部材が回転によってその周速がある程度以上大きくなると、固定側部材と回転側部材との間に充填される磁性流体 1 5 3 の粘性抵抗が高まり、これによって回転駆動
20 トルクが増大し、その結果消費電力が大きくなる。また、粘性抵抗の増大が発熱の原因となり、HDD 全体の温度上昇を招く。

そして、軸受部に耐摩耗性の高い一般に非導電性のセラミックスが使用されている場合には、スピンドルモータの回転停止時において軸受部材間が接触状態にあっても、回転側部材に蓄積された静電気を固定側部材の方に逃がすことができなくなる。このため、静電気の蓄積に伴う HDD の損傷の恐れを生じることとなり、軸受部材として耐摩耗性の良好なセラミックスの利用を断念して、ステンレス鋼などの導電材料の使用を余儀なくされる事態も考え得る。

側部材もしくは前記回転側部材のいずれか一方に設けられた止り穴に軸方向に移動自在に嵌装され、球状の接点である頭部をいずれか他方に当接するよう弾性体によって付勢された導電性の頭付きピンであることを特徴としている。

- 5 本発明にかかる更に他の実施の形態の軸受構造は、前記弾性体が、導電体から成るコイルスプリングであることを特徴としている。

- 10 本発明にかかる更に他の実施の形態の軸受構造は、前記導通機構が、一端が前記回転側部材に束ねて固定され、他端である自由端が前記固定側部材に設けられた穴内に収納される導電体の繊維の束であることを特徴としている。

- 15 本発明にかかる更に他の実施の形態の軸受構造は、前記導通機構が、前記固定側部材もしくは前記回転側部材のいずれか一方に固定されたスリーブに相対回転可能に嵌装されてガイドされ、前記相対回転により先端にある球状の接点が前記スリーブ内に嵌り込むスラスト力を発生する動圧発生用溝を外周面に設けたスピンドルと、前記固定側部材もしくは前記回転側部材のいずれか他方に一端が固定され、他端が前記スピンドルの前記接点の反対側の端末をゆとりを設けて係留する導電体の繊維からなる撚り線と、からなることを特徴としている。

- 20 本発明にかかる更に他の実施の形態の軸受構造は、前記導電体の繊維が、硼素、炭素モノフィラメント、もしくはタングステンのいずれか1つ、もしくはこれらの組み合わせであることを特徴としている。

- 25 本発明にかかる更に他の実施の形態の軸受構造は、前記固定側部材により前記回転側部材が非接触で支承される手段が動圧気体軸受であることを特徴としている。

本発明にかかる更に他の実施の形態の軸受構造は、前記動圧気体軸受のラジアル軸受部、及びスラスト軸受部をそれぞれ構成する軸受部材のいずれか1つ、も・

転駆動するスピンドルモータと、前記回転駆動される複数の記憶メディアの各々の情報記憶面にアクセスし、前記情報メディアと非接触状態で情報の記録、もしくは再生、もしくはこの双方を行なう複数のヘッドアセンブリと、を備えたハードディスクドライブであって、前記複数の記憶メディアの特定の1つであるダミーディスクと、前記複数のヘッドアセンブリの特定の1つであるダミーヘッドとの間で、静電気の放電を誘発させる放電誘発構造を設けたことを特徴とするハードディスクドライブに関する。

本発明にかかる他の実施の形態のハードディスクドライブは、前記放電誘発構造が、非接触で稼動状態にある前記ダミーヘッドと前記ダミーディスクとの間の間隙を、他の記憶メディアとその記憶メディアにアクセスする他のヘッドアセンブリとの間の間隙よりも狭くする構造であることを特徴としている。

本発明にかかる更に他の実施の形態のハードディスクドライブは、前記ダミーヘッドと前記ダミーディスクとの間の間隙を、他の記憶メディアとその記憶メディアにアクセスする他のヘッドアセンブリとの間の間隙の約半分以下とすることを特徴としている。

本発明にかかる更に他の実施の形態のハードディスクドライブは、前記ダミーヘッドと前記ダミーディスクとの間の間隙が、15 nm以下とすることを特徴としている。

本発明にかかる更に他の実施の形態のハードディスクドライブは、前記放電誘発構造が、前記ダミーディスクの導電性を、他の記憶メディアの導電性よりも高めている構造であることを特徴としている。

本発明にかかる更に他の実施の形態のハードディスクドライブは、前記放電誘発構造が、前記ダミーヘッド及びダミーヘッドを支持するキャリッジの少なくともいずれか一方の導電性が、他のヘッドアセンブリ及び他のキャリッジのそれぞれ、

回転停止時には、回転側部材に蓄積された静電気を、回転側部材と接触する固定側部材に安全に逃がすことができる。

5 本発明にかかる静電気の導通が可能な機構を軸受部の回転側部材と固定側部材との間に介在させる動圧軸受構造によれば、導電体の接触による回転トルクの増大を招くことなく、消費電力を抑制し、接触点の摩耗、摩耗粉の飛散による摩耗箇所の転移、不要な摩擦熱の発生等を防ぐことができる。又、導電体が接触することによって、スラスト空気軸受の動圧溝の作用によるロータハブの浮上を妨げることはない。さらに、回転部材と固定部材を組付ける際の導電体に起因する芯
10 ずれを誘発することもない。

本発明にかかるダミーディスクとダミーヘッドとを備えたHDDの実施により、スピンドルモータの回転側部材に静電気が発生した場合においても、本発明にかかるダミーディスクとダミーヘッド間で放電を誘発するものとなり、HDDの他
15 のヘッドアセンブリにおける放電の発生が回避され、これら正規のヘッドアセンブリの損傷を防ぐことができ、信頼性の高いHDDを得ることができる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施の形態にかかる軸受構造の断面図である。
20 図2は、本発明の他の実施の形態にかかる軸受構造の断面図である。
図3は、本発明の更に他の実施の形態にかかる軸受構造の断面図である。
図4は、本発明の更に他の実施の形態にかかる軸受構造の断面図である。
図5は、本発明の更に他の実施の形態にかかる軸受構造の部分断面図である。
図6は、本発明の更に他の実施の形態にかかる軸受構造の部分断面図である。
25 図7は、本発明の更に他の実施の形態にかかる軸受構造の部分断面図である。
図8は、HDDのヘッド部を示す部分側面図である。
図9は、図1に示すヘッド部の稼動状態を示す側面図である。
図10は、HDDの全体概要を示す斜視図である。
図11は、従来技術にかかる動圧気体軸受を備えたスピンドルモータの断面図。

以上のような構成にかかるスピンドルモータ 10 の動作は、ステータ 8 の外周に巻かれたコイルに通電することにより、ステータ 8 とロータ磁石 9 との間で吸引／反発力が生じ、この作用によってロータ磁石 9、及びこれと一体となったロータハブ 3 が、シャフト 2 を中心に回転する。この回転に伴い、シャフト 2 とロータハブ 3 の間に設けられたラジアル軸受部材 4、5 の間でラジアル動圧が発生し、ラジアル方向に両部材 4、5 が非接触の状態に保たれる。また、スラスト板 6 とラジアル軸受部材 5 の一方の端面との間のスラスト軸受部では、両部材 5、6 の間の相対運動によって動圧発生用の溝 7 の作用でスラスト動圧が発生する。この結果、ロータハブ 3 及び他の回転側部材は、シャフト 2 ほかの固定側部材に対して非接触の状態となり、高速での回転が可能となる。

ロータハブ 3 が回転している状態において、磁性流体 13 が設けられた場所は軸受の回転中心軸に当たるため、シャフト 2 とロータハブ 3 との間においては、実質上、相対運動がほとんどなくなる。また、上述の通り、ロータハブ 3 の回転は、動圧気体軸受で支承されているものの、磁性流体 13 の存在する場所においては、何らの気体の流れも生じていない。以上のことから、シャフト 2 とロータハブ 3 とにまたがって介在する磁性流体 13 は、極めて安定した接触状態を保つことができる。これにより、高速回転に伴って回転側部材に発生する静電気は、ロータハブ 3 の回転中であっても磁性流体 13 を伝わって随時シャフト 2 側に放電することが可能となる。また、磁性流体 13 には、前記のように相対回転運動による影響はほとんどないことから、高速回転時においても粘性抵抗の増大や発熱の問題を生ずることがない。

なお、上記各部材の材料は、例えばシャフト 2、及びロータハブ 3 はステンレス鋼などの導電体とし、静電気を逃がすことが可能な機構とする。一方、ラジアル軸受部、スラスト軸受部を構成する各軸受部材 4、5、6 は、スピンドルモータの停止時に軸受部材間を接触させて放電させる必要性がないため、軸受としての好ましい特性である耐摩耗性、剛性に優れた、例えばアルミナなどのセラミッ

止して前記軸受部材間が接触する折には、ステンレス鋼と同様に、回転側部材に蓄積された静電気の放電を可能とする。このような構造は、比較的短時間の断続的な稼動を行うスピンドルモータに対して使用可能となる。但し、必要に応じ、第1の実施の形態、もしくは後述の他の実施の形態に示すような、常時放電が可能な構成を加えることも勿論可能である。また、導電性のセラミックスが使用される場合には、固定側のラジアル軸受部16とシャフト2とをセラミックスの一体型として形成することもできる。

また、本実施の形態においては、軸受構成部材16、17、18の全てを導電性セラミックス材料に置き替えるものとしているが、スピンドルモータの回転停止時に回転側部材と固定側部材との接触が確実に得られる部材のみが導電性であればよい。例えば、回転側ラジアル軸受17と、スラスト板18とがスピンドルモータの停止時には確実に接触する軸受構造となっているものであれば、この両部材17、18を導電性のセラミックス製とし、固定側ラジアル軸受16は、必ずしも導電性材料とする必要はない。

次に、本発明にかかる第3の実施の形態のスピンドルモータ、及びそれに使用される動圧気体軸受につき、図面を参照して説明する。図3は、本実施の形態にかかるスピンドルモータ30及び動圧気体軸受を示している。本実施の形態にかかるスピンドルモータは、シャフトが回転し、固定側のスリーブが支承する軸受構造となっている。

図において、ベース31には中空円筒状のスリーブ32が設けられ、スリーブ32の中空部内には、固定側のラジアル軸受部材33が固定されている。ラジアル軸受部材33の中空部には、円筒状のシャフト34が回転可能に嵌入される。シャフト34には、ロータハブ35が取り付けられ、この両部材34、35が回転側部材を構成する。シャフト34は導電性であり、好ましくは導電性ラミックスで作られている。あるいは、シャフト34の周囲に導電性のセラミックス・スリーブを外挿し、固定側のラジアル軸受部材33に対向させるようにしてもよい。

散などの問題は、図 1 2 の従来技術で例示した動圧構造に対してはるかに軽減され、一定の条件の下においては静電気を逃がす機能を十分発揮することが可能である。なお、断続稼動用途に限定された HDD やスピンドルモータであれば、第 2 の実施の形態で示したように、磁性流体 1 3 を介在させず、ラジアル軸受部材 3 3 とスラスト板 3 6 とを導電性セラミックスとし、スピンドルモータの停止時に両部材 3 3、3 6 の間で静電気を放電するものとしてもよい。

次に、本発明の第 4 の実施の形態にかかるスピンドルモータにつき、図面を参照して説明する。図 4 は、本実施の形態にかかるスピンドルモータ 4 0、及び 4 5 を示している。本実施の形態では、図 1 に示した実施の形態における磁性流体の代替として、導電性の部材を設けるものとし、この導電性の部材を介して静電気を導通させる。すなわち、図 4 (a) では、導電体からなる可撓性の湾曲した舌片 4 1 を、図 4 (b) では、導電体からなるリング 4 6 を、それぞれリベット 4 2 によりシャフト 2 に係留し、舌片 4 1 もしくはリング 4 6 のそれぞれの上端部を、回転中のロータハブ 3 の上端面内側に当接させるようにする。このように構成することによって、ロータハブ 3 に帯電している静電気は、スピンドルモータの回転中、停止中を問わず、舌片 4 1 もしくはリング 4 6 から、リベット 4 2 を経出してシャフト 2 に逃がされる。

舌片 4 1、もしくは 4 6 は、薄い平板状のばね鋼であってよく、好ましくは記憶メディアを含めた回転側部材の全体の自重より軽い取付荷重に設定する。舌片 4 1、もしくはリング 4 6 のばね定数は、回転側のラジアル軸受部材 5 の下端面 5 a とスラスト板 6 とが接して停止中である回転側部材が浮上するのを補佐する微少のものでよい。舌片 4 1、もしくはリング 4 6 のばね定数を、回転側部材全体の自重に等しい取付荷重に設定すれば、停止中にラジアル軸受部材 5 の下端面 5 a とスラスト板 6 を非接触に維持することも可能である。その結果、起動時には、ラジアル軸受部材 5 の一方の端面 5 a とスラスト板 6 との摩擦抵抗によるトルク損失を排除することもできる。

を問わず、ロータハブ 3 に停電している静電気を、頭付きピン 5 2 からコイルスプリング 5 3 を経由してシャフト 2 側に逃がすことができる。コイルスプリング 5 3 のばね定数は、停止中の回転側部材が再起動により回転するに際し、回転側のラジアル軸受部材 5 の下端面 5 a が、スラスト板 6 (図 4 参照) から浮上するのを補佐できるほどの微少のものでよい。スプリング 5 3 のばね定数を、回転側部材全体の自重に等しい取付荷重に設定すれば、停止中にラジアル軸受部材 5 の下端面 5 a とスラスト板 6 とを非接触に維持することも可能である。その結果、起動時のラジアル軸受部材 5 とスラスト板 6 との摩擦抵抗によるトルク損失を排除することもできる。

図 5 (b) に示すスピンドルモータ 5 5 においては、動圧気体軸受とスピンドルモータ本体の構成は図 5 (a) と同様である。シャフト 2 の上端面には止り穴 5 6 が設けられ、頭付きピン 5 7 とコイルスプリング 5 8 が止り穴 5 6 に挿入される。コイルスプリング 5 8 は、止り穴 5 6 の底部 5 6 a と頭付きピン 5 7 の下端面との間に収納され、頭付きピン 5 7 を上方へ付勢する。ロータハブ 3 に帯電した静電気は、スピンドルモータ 5 5 の回転中、停止中を問わず、止り穴 5 6 の中に微少な隙間を有してスライド自在に嵌装された頭付きピン 5 7 とコイルスプリング 5 8 とを経由してシャフト 2 側に逃がすことができる。

本実施の形態にかかる静電気の導通機構は、導電体である頭付きピン 5 2、5 7 の接触点がロータハブ 3 の回転中心にあるため、トルク損失や摩擦、発熱の心配がない。スピンドルモータ 5 5 の組付け時には、頭付きピン 5 2、5 7 が、ロータハブ 3 の内側に単に当接しているだけであるため、回転側部材と固定側部材との芯ずれを誘発する恐れもない。そして、スプリング 5 3、5 8 の取付荷重を回転側部材全体の自重に等しく設定すれば、起動時のスラスト軸受部における摩擦抵抗によるトルク損失を排除することもできる。なお、図 5 に示す例においては、頭付きピン 5 2、5 7 ほかの導通機構を固定側部材であるシャフト 2 の側に設けるものとしているが、これを回転側のロータハブ 3 の側に設けるものとしてもよい。また、図示の構成にかかる導通機構を含むシャフト 2 が、回転側部材と、

を經由してシャフト2側に逃がすことができる。

通常、HDDに使用されるスピンドルモータの回転数は、12,000から18,000rpm位であることから、ロータハブ3の回転中は、導電体の繊維62の前記自由端は、遠心力によって傘のように開き、止り穴63の内径に軽く接触して回転側部材に帯電している静電気をシャフト2側に逃がすことができる。以上之列記したいずれの繊維62も耐熱性、耐摩耗性に優れていて、融点は2,300℃以上である。したがって、繊維62の自由端が止り穴63の内径部に接していても、高速回転による摩擦発熱にも十分に耐えることができる。なお、上述のように、本実施の形態にかかる繊維62の束を含む導通機構は、回転側部材に固定する必要があるため、シャフト2が回転側部材を構成する軸受構造の場合には、図6とは異なり、前記繊維62の束はシャフト2の側に固定され、固定部材側に設けられる穴に自由端を収納するものとなる。

次に、本発明にかかる第7の実施の形態のスピンドルモータに付き、図面を参照して説明する。図7は、本実施の形態にかかるスピンドルモータ70の内、図4のX部に示す静電気導通部の近傍のみを示している。本実施の形態に係るスピンドルモータ70では、ロータハブ3ほかの回転側部材に帯電している静電気を固定側部材に逃がすために、以下に述べる導通機構を設ける。すなわち、ロータハブ3の回転中心の上端面内側に座ぐり穴71を設け、ここにスリーブ72を固定する。このスリーブ72の中空部内に、図の上方となる一方の先端に略球面状の接点を有するスピンドル73が回転可能に挿入される。スピンドル73は、スリーブ72にガイドされ、シャフト2の上側先端に設けられた段付き部74に当接する。また、スピンドル73の外周面であって、スリーブ72にガイドされる部分には、スピンドル73に軸方向上方に向かうスラスト力を発生させる動圧発生用溝76が刻まれている。段付き部74を有する止り穴77の底部77aからは、導電体の繊維から成る撚り線78が延び、この撚り線78の他端は、スピンドル73の前記接点と反対側の端末に固定されている。これにより、撚り線78は、所定のゆとり（緩み）を設けてスピンドル73を係留している。導電体から、

以上、本発明にかかるスピンドルモータ、及び軸受機構につき各実施の形態を示して説明したが、以上の説明は全て動圧気体軸受を例としている。しかしながら、本発明はこれに限定されるものでなく、非接触で回転する他の軸受構造、例えば磁石を使用して軸受部を支承する磁気軸受構造や、圧縮空気を利用して軸受部を支承する静圧気体軸受構造などにおいても適用することが可能である。すなわち、これら他の軸受構造であっても、空気の流れのない、実質上相対回転のない位置（回転軸上、もしくはその近傍の領域）において、磁性流体や他の機械的な導通構造を使用することによって静電気を逃がすことができる。そして／又は、導電性セラミックス製の軸受部材を用いることにより、スピンドルモータの回転停止時に静電気を逃がすことが可能である。動圧気体軸受に加え、これら非接触状態で回転可能な軸受構造を備えたものも、本発明の範囲に包含される。

また、以上の各実施の形態におけるスピンドルモータでは、HDDへの使用を例に説明してきたが、本発明がこれに限定されるものではなく、例えば、本発明に係るスピンドルモータを、バーコードリーダに使用されるポリゴンミラー駆動用などにも利用することが可能である。

次に、本発明にかかる第8の実施の形態の付き、図面を参照して説明する。本実施の形態は、HDDの構造に関するもので、スピンドルモータの回転側部材に発生する静電気を、スピンドルモータ側ではなくHDD構造全体を利用して放電する。本実施の形態にかかるHDDの説明の前に、記憶メディアと、その記憶メディアへの記録・再生を行なうヘッドアセンブリとの関係について説明する。図8は、従来技術で説明した図10に示すHDDの構成要素の内、1つのヘッドアセンブリ121と1つの記憶メディア90との組み合わせにかかる部分のみを取り出し、記憶メディア90の回転面と平行に見た状態を示している。図8に示す状態では、記憶メディア90、及びスピンドルモータは停止しており、このときヘッドアセンブリ80は、キャリッジ85によって加えられる矢印86の方向に示す付勢力により、記憶メディア90の表面に接触して停止している。

で概略30-60nm程である。近年の記憶メディアの高密度化に伴って、この
浮上量は、更に狭くなる傾向にある。スピンドルモータに使用される動圧軸受部
の間隙が、狭くても数 μ mであることに比べれば、この浮上量hは、極めて狭い
間隙となっている。このため、上述したスピンドルモータの回転側部材に静電気
5 が蓄積された場合には、スピンドルモータの軸受間で放電される可能性よりも、
このスライダ81と記憶メディア90との間で放電される可能性が極めて高い。
万一、この部分で放電が発生した場合には、ヘッドアセンブリ80もしくは記憶
メディア90が破壊される恐れがある。なお、図9において、記憶メディア90
に対して反対側（図の下面側）に配置されるヘッドアセンブリ80'は、省略し
10 ている。

本実施の形態に係るHDDでは、上述のように放電の可能性の高い関係にある
ヘッドアセンブリ80と記憶メディア90との関係において、放電が発生する可
能性を、これよりも更に高めた特定のヘッドアセンブリ（以下、ダミーヘッドと
15 呼ぶ）と特定の記憶メディア（以下、ダミーディスクと呼ぶ）とを設け、その特
定の部位において意図的に放電を起こさせるものとする。スピンドルモータの回
転側部材に静電気が蓄積された場合、このダミーヘッドとダミーディスクとの間
において静電気の放電を誘発させ、これによって他の正規のヘッド部における放
電を回避して、HDD全体を保護するものである。

通常HDDに用いられるスピンドルモータの外周部には、図11に概略示すよ
うに、数枚から多い場合には10枚以上の記憶メディア90が搭載されている。
本実施の形態では、その内の一枚を放電専用のダミーディスクとして使用し、こ
のダミーディスクと、このダミーディスクに対向するダミーヘッドとの間で、放
25 電が生じ易い条件を設定する。その具体策の1は、ダミーディスクからのダミー
ヘッドの浮上量を、他の正規のヘッドアセンブリにおける浮上量よりも極端に狭
くする。これは、前記ダミーヘッドをダミーディスクに向けて付勢するスライダ
付勢力86を他のヘッド部におけるよりも大きくすることにより容易に実施でき
る。例えば、前記ダミーヘッドの浮上量hを他の正規なヘッドアセンブリの浮上、

請 求 の 範 囲

1. 固定側部材と、
前記固定側部材に支承されて回転する回転側部材とからなり、
5 前記回転側部材の回転時には、前記固定側部材と前記回転側部材とが非接触状態に保たれる軸受構造において、
前記軸受構造の回転中心軸上もしくはその近傍に、前記固定側部材と前記回転側部材とを電氣的につなぐ導通機構を設けたことを特徴とする軸受構造。
- 10 2. 前記導通機構が、磁性流体からなることを特徴とする、請求項 1 に記載の軸受構造。
3. 前記導通機構が、前記固定側部材もしくは前記回転側部材のいずれか一方に係止され、いずれか他方に当接する弾性部材であることを特徴とする、請求項
15 1 に記載の軸受構造。
4. 前記弾性部材が、導電性の可撓性を有する湾曲した舌片であることを特徴とする、請求項 3 に記載の軸受構造。
- 20 5. 前記弾性部材が、導電性の可撓性を有するリングであることを特徴とする、請求項 3 に記載の軸受構造。
6. 前記導通機構が、前記固定側部材もしくは前記回転側部材のいずれか一方に設けられた止り穴に軸方向に移動自在に嵌装され、球状の接点である頭部をい
25 ずれか他方に当接するよう弾性体によって付勢された導電性の頭付きピンであることを特徴とする、請求項 1 に記載の軸受構造。
7. 前記弾性体が、導電体から成るコイルスプリングであることを特徴とする、請求項 6 に記載の導通機構を有する空気軸受。

前記動圧気体軸受のラジアル軸受部、及びスラスト軸受部を構成する軸受部材の内、回転停止時には接触する少なくとも一対の軸受部材が、導電性セラミックスで形成されていることを特徴とする軸受構造。

- 5 14. 前記導電性セラミックスの材料が、 $Al_2O_3-30\text{ vol}\%TiC$ 、 TiB_2 、 $Si_3N_4-30\text{ vol}\%TiN$ であることを特徴とする、請求項13に記載の軸受構造。

- 10 15. 固定側部材と、
前記固定側部材に支承されて回転する回転側部材とからなり、
前記回転側部材の回転時には、前記固定側部材と前記回転側部材とが非接触状態に保たれる動圧気体軸受を備えた軸受構造において、

15 前記動圧気体軸受の動圧発生用の気体の吸引もしくは吐出に伴う気流が生じない領域、もしくは前記気流が無視し得る領域において、前記固定側部材及び前記回転側部材を電氣的につなぐ磁性流体からなる導通機構を設けたことを特徴とする軸受構造。

- 20 16. 請求項1から請求項15のいずれかに記載の軸受構造を備えていることを特徴とするスピンドルモータ。

17. 請求項16に記載のスピンドルモータを備えたことを特徴とするハードディスクドライブ。

- 25 18. 情報の記録、もしくは再生、もしくはこの双方が可能な複数の記憶メディアと、

前記複数の記憶メディアを搭載して回転駆動するスピンドルモータと、

前記回転駆動される複数の記憶メディアの各々の情報記憶面にアクセスし、前記情報メディアと非接触状態で情報の記録、もしくは再生、もしくはこの双方を行なう複数のヘッドアセンブリと、を備えたハードディスクドライブにおいて、

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/03223

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ F16C17/10, F16C33/10, F16C33/24,
H02K5/16, H02K7/08, H02K7/09, H02K21/22
G11B19/20, G11B25/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ F16C17/00-17/26, F16C33/00-33/28,
H02K5/00-5/26, H02K7/00-7/20, H02K21/22
G11B19/20-19/28, G11B25/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 11-69725, A (Seiko Instruments Inc.), 09 March, 1999 (09.03.99), Column 4, line 1 to Column 5, line 8 (Family: none)	1, 2, 11, 15-17
X	JP, 5-288214, A (Ebara Corporation), 02 November, 1993 (02.11.93), Column 4, line 31 to Column 6, line 30 (Family: none)	1, 3, 11, 12, 16, 17 4-7
X	JP, 9-144758, A (SANKYO SEIKI MFG. CO., LTD.), 03 June, 1997 (03.06.97), Column 7, lines 18 to 25 (Family: none)	1, 8, 11, 16, 17 10
X	JP, 8-296649, A (Kyocera Corporation), 12 November, 1996 (12.11.96), Column 3, line 18 to Column 4, line 4 (Family: none)	13, 14, 16, 17, 12
A	JP, 5-347066, A (NEC Ibaraki Ltd.), 27 December, 1993 (27.12.93), Column 2, line 15 to Column 4, line 4 (Family: none)	1-26

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not
considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing
date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is
cited to establish the publication date of another citation or other
special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other
means
"P" document published prior to the international filing date but later
than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or
priority date and not in conflict with the application but cited to
understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered novel or cannot be considered to involve an inventive
step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered to involve an inventive step when the document is
combined with one or more other such documents, such
combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 August, 2000 (22.08.00)

Date of mailing of the international search report
05 September, 2000 (05.09.00)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP, 9-144758, A (株式会社三協精機製作所), 3. 6月. 1997 (03. 06. 97), 第7欄, 第18行-25行 (ファミリーなし)	1, 8, 11, 16, 17 10
X Y	JP, 8-296649, A (京セラ株式会社), 12. 11 月. 1996 (12. 11. 96), 第3欄, 第18行-第4欄, 第4行 (ファミリーなし)	13, 14, 16, 17 12
A	JP, 5-347066, A (茨城日本電気株式会社), 27. 12月. 1993 (27. 12. 93), 第2欄, 第15行-第4 欄, 第4行 (ファミリーなし)	1-26

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP00/03223

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. F16C17/10, F16C33/10, F16C33/24,
H02K5/16, H02K7/08, H02K7/09, H02K21/22
G11B19/20, G11B25/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. F16C17/00-17/26, F16C33/00-33/28,
H02K5/00-5/26, H02K7/00-7/20, H02K21/22
G11B19/20-19/28, G11B25/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2000年
日本国登録実用新案公報 1994-2000年
日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 11-69725, A (セイコーインスツルメンツ株式会社), 9. 3月. 1999 (09. 03. 99), 第4欄, 第1行-第5欄, 第8行 (ファミリーなし)	1, 2, 11, 15-17
X	J P, 5-288214, A (株式会社荏原製作所), 2. 11月. 1993 (02. 11. 93), 第4欄, 第31行-第6欄, 第30行 (ファミリーなし)	1, 3, 11, 12, 16, 17
Y		4-7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22. 08. 00

国際調査報告の発送日

05.09.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

窪田 治彦

印

3W

9823

電話番号 03-3581-1101 内線 3367

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/03223

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The subject matters of the inventions of claims 1-17 relate to a bearing structure.

The subject matters of the inventions of claims 18-26 relate to a hard disk drive.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐
☐

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

No protest accompanied the payment of additional search fees

前記複数の記憶メディアの特定の1つであるダミーディスクと、前記複数のヘッドアセンブリの特定の1つであるダミーヘッドとの間で、静電気の放電を誘発させる放電誘発構造を設けたことを特徴とするハードディスクドライブ。

5 19. 前記放電誘発構造が、非接触で稼動状態にある前記ダミーヘッドと前記ダミーディスクとの間の間隙を、他の記憶メディアとその記憶メディアにアクセスする他のヘッドアセンブリとの間の間隙よりも狭くする構造であることを特徴とする、請求項18に記載のハードディスクドライブ。

10 20. 前記ダミーヘッドと前記ダミーディスクとの間の間隙を、他の記憶メディアとその記憶メディアにアクセスする他のヘッドアセンブリとの間の間隙の約半分以下とすることを特徴とする、請求項19に記載のハードディスクドライブ。

15 21. 前記ダミーヘッドと前記ダミーディスクとの間の間隙が、15 nm以下とすることを特徴とする、請求項19に記載のハードディスクドライブ。

22. 前記放電誘発構造が、前記ダミーディスクの導電性を、他の記憶メディアの導電性よりも高めている構造であることを特徴とする、請求項18に記載のハードディスクドライブ。

20

23. 前記放電誘発構造が、前記ダミーヘッド及びダミーヘッドを支持するキャリッジの少なくともいずれか一方の導電性が、他のヘッドアセンブリ及び他のキャリッジのそれぞれ対応する導電性よりも高めている構造であることを特徴とする、請求項18に記載のハードディスクドライブ。

25

24. 前記記憶メディアを回転駆動するスピンドルモータが、動圧気体軸受を備えていることを特徴とする、請求項18から請求項23のいずれか一に記載のハードディスクドライブ。

8. 前記導通機構が、一端は前記回転側部材に束ねて固定され、他端である自由端は前記固定側部材に設けられた穴内に収納される導電体の繊維の束であることを特徴とする、請求項 1 に記載の軸受構造。

5

9. 前記導通機構が、前記固定側部材もしくは前記回転側部材のいずれか一方に固定されたスリーブに相対回転可能に嵌装されてガイドされ、前記相対回転により先端にある球状の接点が前記スリーブ内に嵌り込むスラスト力を発生する動圧発生用溝を外周面に設けたスピンドルと、前記固定側部材もしくは前記回転側部材のいずれか他方に一端が固定され、他端が前記スピンドルの前記接点の反対側の末端をゆとりを設けて係留する導電体の繊維からなる撚り線と、からなることを特徴とする、請求項 1 に記載の軸受構造。

10

10. 前記導電体の繊維が、硼素、炭素モノフィラメント、もしくはタングステン of いずれか 1 つ、もしくはこれらの組み合わせであることを特徴とする、請求項 8 または請求項 9 に記載の軸受構造。

15

11. 前記固定側部材により前記回転側部材が非接触で支承される手段が動圧気体軸受であることを特徴とする、請求項 1 から請求項 10 のいずれか一に記載の軸受構造。

20

12. 前記動圧気体軸受のラジアル軸受部、及びスラスト軸受部をそれぞれ構成する軸受部材のいずれか 1 つ、もしくは 2 つ以上が、セラミックス製であることを特徴とする、請求項 11 に記載の軸受構造。

25

13. 固定側部材と、

前記固定側部材に支承されて回転する回転側部材とからなり、

前記回転側部材の回転時には、前記固定側部材と前記回転側部材とが非接触状態に保たれる動圧気体軸受を備えた軸受構造において、

量の半分以下とする。より具体的には、前記ダミーヘッドのダミーディスクからの浮上量 h を、 15 nm 以下とする。

前記ダミーヘッドとダミーディスクとの間で積極放電させる他の手段として、
5 ダミーヘッドとダミーディスクとの少なくともそれぞれの表面を、通常のヘッド
アセンブリ 80 及び記憶メディア 90 の材質に比較して、より導電性の良い材料
からなるものとする。例えば、正規の記憶メディア 90 の表面がアルミ蒸着層で
あるならば、ダミーディスクの表面は銅蒸着層とする。正規のスライダ 81 がス
テンレス製であれば、ダミーヘッドのものにはそれに銀メッキを施す。又、正規
10 のキャリッジ 85 がステンレス製であるならば、ダミーヘッドを支えるキャリッ
ジ 85 は銅製にする、等の材料の代替が考えられる。ダミーディスク／ダミーヘ
ッド全体としての電気抵抗を、他の正規のものよりも小さく抑えることにより、
このダミーディスク／ダミーヘッドの経路に放電を誘発させることができる。な
お、本実施の形態では、HDD に発生する静電気を、前記ダミーディスク及びダ
15 ミーヘッドの間で放電するよう誘発することにより、HDD を構成する他の部位
の静電気障害を回避する方法を包含している。

以上、本発明にかかる静電気対策を備えた HDD の実施の形態に付き説明して
きたが、本実施の形態の適用は、回転側部材に静電気が蓄積される動圧気体軸受
20 を備えた HDD において特に有利であるが、これに限定されるものではない。た
とえば、ボールベアリングを備えた軸受であっても、そのボールベアリングが装
着されている部材が非導電性材料、もしくは高電気抵抗の材質である場合には、
前記ボールベアリングを介して静電気が十分に放電されるとは限らず、ヘッドア
センブリにおいて放電が起こり得る。このような場合において、本発明を適用す
25 ることによって、放電による HDD 機材の損傷を回避することができる。

ここで、ヘッドアセンブリ 80 の構成要素は、記憶メディア 90 に接触しているスライダ 81 と、スライダ 81 に固定され、記憶メディア 90 表面の情報の記録・再生を行なうヘッドコア 82 と、前記スライダ 81 の方向微調整を行なうマイクロポジショナ 83 とからなり、これらの各要素が、前記キャリッジ 85 の先端部にあつて水平を維持するジンバル（図示せず）に取り付けられている。

前記スライダ 81 は、略直方体の形状をしており、記憶メディア 90 と接触する側の一端に、前記記憶メディア 90 の接触面から離れる方向の傾斜部 84 が設けられている。なお、図に示す点線は、記憶メディア 90 に対し、ヘッドアセンブリ 80 が対向する面とは反対側の面に接触している他のヘッドアセンブリ 80' を示している。通常記憶メディア 90 は、両面側に情報記憶面を有しているため、両側に配置されるヘッドアセンブリ 80、80' によってそれぞれの記録・再生が行われる。

15

図 9 は、以上のような記憶メディア 90 とヘッドアセンブリ 80 との構成において、記憶メディア 90 を搭載するスピンドルモータが高速で回転し、記憶メディア 90 とヘッドアセンブリ 80 との間で情報の記録・再生が行なわれる稼動状態を示している。スピンドルモータの回転により、記憶メディア 90 は矢印 91 に示す方向に高速で移動するが、このとき記憶メディア 90 の表面付近にある気体（大気中での稼動の場合には空気）がその粘性によって矢印 92 に示すようにスライダ 81 の傾斜部 84 と記憶メディア 90 との間に巻き込まれる。この流体巻き込みの楔効果による動圧が働く結果、スライダ 81 が前記スライダ付勢力 86 に抗して浮上し、記憶メディア 90 とヘッドアセンブリ 80 とは非接触の状態となる。ヘッドアセンブリ 80 は、ヘッドコア 82 により、前記非接触の状態のまま記憶メディア 90 の情報記憶面との間の情報の記録、もしくは再生を行なう。

20

25

ここで、図 9 に示す記憶メディア 90 からのスライダ 81 の浮上量 h は、現状

成る撚り線 7 8 の繊維の素材としては、硼素又は炭素モノフィラメント又はタン
グステン等であることが好ましい。

5 以上のように構成することによって、ロータハブ 3 ほかの回転側部材に帯電し
た静電気は、スピンドルモータ 7 0 の回転中、停止中を問わず、スピンドル 7 3
から撚り線 7 8 を経由してシャフト 2 側に逃がすことができる。スピンドルモー
タ 7 0 の停止中時には、スピンドル 7 3 はスリーブ 7 2 の中空部にガイドされ、
撚り線 7 8 を弛めた状態で段付き部 7 4 に自重により着座している。これにより、
回転部材側に帯電した静電気は、スリーブ 7 2 にガイドされているスピンドル 7
10 3 から撚り線 7 8、または着座している段付き部 7 4 の接触部を経由してシャフ
ト 2 側に逃がすことができる。

スピンドルモータ 7 0 が起動してロータハブ 3 が高速で回転すると、スピンド
ル 7 3 の外周面に形成されているスラスト力を発生させる動圧発生用溝 7 6 の作
15 用により、スピンドル 7 3 は、段付き部 7 4 に着座した位置から撚り線 7 8 の弛
みの範囲内においてスリーブ 7 2 内を図の S だけ上昇し、これによってスピンド
ル 7 3 の接点側がロータハブ 3 に当接する。この時、スピンドル 7 3 の回転トル
クは、撚り線 7 8 によって吸収される。前記当接により、ロータハブ 3 ほか回転
側部材に帯電した静電気は、前記接点からスピンドル 7 3 に導通し、更に撚り線
20 7 8 を経由してシャフト 2 側に逃がすことができる。

本実施の形態に係るスピンドルモータ 7 0 の導通機構によれば、導電体である
スピンドル 7 3 の先端の接触点がロータハブ 3 の略回転中心にあるため、トルク
損失や摩耗、発熱の心配がない。スピンドルモータ 7 0 の組付け時には、スピ
25 ンドル 7 3 の外径と段付き部 7 4 の内径との隙間を、ラジアル軸受部の固定側ラジ
アル軸受部材 4 と回転側ラジアル軸受部材 5 との隙間より大きく設定すれば、回
転側部材と固定側部材の芯ずれを誘発する恐れもない。又、スラスト軸受部にお
ける動圧発生用の溝 7 (図 4 参照) の作用によるハブ 3 の浮上を妨げることもな
い。

なる軸受構造とすることであってもよい。

次に、本発明にかかる第 6 の実施の形態のスピンドルモータに付き、図面を参照して説明する。図 6 は、本実施の形態にかかるスピンドルモータ 60 の内、図 4 の X 部に示す静電気導通部の近傍のみを示している。本実施の形態に係るスピンドルモータ 60 では、ロータハブ 3 ほかの回転側部材に帯電している静電気を固定側部材に逃がすために、以下に述べる導通機構を設ける。すなわち、ロータハブ 3 の回転中心の上端面内側に座ぐり穴 61 を設け、この座ぐり穴 61 に導電体の繊維 62 を束ね、例えば紫外線によって硬化する嫌気性の接着剤等を利用して固定する。固定する側とは反対側となる繊維 62 の自由端は、シャフト 2 の上端面に設けられた止り穴 63 の中に、止り穴 63 の底部 63 a に対し所定の間隔を設けて収納される。導電体の束ねた繊維 62 の素材としては、硼素または炭素モノフィラメント又はタングステン等であることが好ましい。

束ねた繊維 62 の外径を止り穴 63 の内径より小さく設定することにより、例えばスピンドルモータ 60 の停止中には、スラスト軸受部のスラスト板 6 (図 4 参照) に回転側のラジアル軸受部材 5 の下端 5 a が着座している場合であっても、束ねた繊維 62 と止り穴 63 の内径とは接しない。また、繊維 62 の自由端と止り穴 63 の底部 63 a とも接していないことから、再起動時に駆動トルクに対する抵抗となって消費電力を増加させることもない。勿論、スラスト軸受部の動圧発生用の溝 7 (図 4 参照) の作用によるロータハブ 3 の浮上を妨げることもない。

スピンドルモータ 60 の組付け時には、束ねた繊維 62 の外径が止り穴 63 の内径より小さく設定されているので、回転側部材と固定側部材の芯ずれを誘発する恐れもない。また、仮に束ねた繊維 62 の自由端と止り穴 63 の内径が接することがあっても、繊維 62 は十分な可撓性を有しているため、接触点における摩耗や不要な摩擦熱の発生等を未然に防ぐ。また、停止中に束ねた繊維 62 の自由端と止り穴 63 の内径とが接していれば、ロータハブ 3 ほかの回転側部材に帯電している静電気は、スピンドルモータ 60 の回転中、停止中を問わず、繊維 62、

また、導電体である舌片 4 1 またはリング 4 6 の接触点が、ロータハブ 3 の略
回転中心に位置するよう調整することにより、トルク損失や摩耗、発熱の心配を
回避することができる。スピンドルモータの組付け時には、舌片 4 1 またはリン
グ 4 6 は、ロータハブ 3 の内側の壁に単に接しているだけだから、回転側部材と
5 固定側部材の芯ずれを誘発する恐れもない。

なお、図 4 においては、シャフト 2 が固定側部材を形成しているが、例えば図
3 に示すように、シャフトが回転側部材を構成する場合においても同様に適用す
ることができる。また、前記の舌片 4 1、もしくはリング 4 6 は、固定側部材も
10 しくは回転側部材のいずれに係留してもよく、いずれか他方に当接する構成とす
ればよい。

次に、本発明の第 5 の実施の形態にかかるスピンドルモータにつき、図面を参
照して説明する。図 5 は、本実施の形態にかかるスピンドルモータ 5 0、5 5 を
15 示している。図では、図 4 の X 部で示す静電気導通部の近傍のみを示しており、
他の部分は図 4 に示すスピンドルモータの構成と同様である。本実施の形態 系
るスピンドルモータ 5 0、5 5 では、ロータハブ 3 ほかの回転側部材に帯電して
いる静電気を固定側部材に逃がすために、以下に述べる導通機構を設ける。すな
わち、スピンドルモータ 5 0 では、図 5 (a) において、シャフト 2 の先端に止
20 り穴 5 1 を設け、その止り穴 5 1 に、先端が略球状の接点を有する導電体から成
る頭付きピン 5 2 を挿入する。頭付きピン 5 2 は、回転中のロータハブ 3 の挙動
に追随して移動可能となるよう、止り穴 5 1 の底部 5 1 a に対し所定の間隔をも
って挿入されている。この際、頭付きピン 5 2 の先端がロータハブ 3 の上端面内
側の回転中心に接するよう、導電体から成るコイルスプリング 5 3 によって頭付
25 きピン 5 2 を上方に付勢する。コイルスプリング 5 3 の一端は頭付きピン 5 2 の
首下に、他端はシャフト 2 の先端に設ける座ぐり穴 5 4 に当接して、頭付きピン
5 2 をセンタリングする。

以上のように構成することによって、スピンドルモータ 5 0 の回転中、停止中、

ロータハブ 35 の上端面内側には、スラスト板 36 が取り付けられている。このスラスト板 36 の下面には点線で示すスラスト動圧発生用の溝 7 が設けられていて、前記固定側のラジアル軸受部材 33 の一方の軸方向端面と対向している。シャフト 34 の図面上の下端面と、それに対向するベース 21 の上面との間には、
5 第 1 の実施の形態と同様の磁性流体 13 が介在する機構が設けられている。磁性流体 13 は、磁石 14 に規制されてヨーク 11、12 の間に介在している。

以上のように構成されたスピンドルモータの動作は、ステータ 8 とロータ磁石 9 との間に発生する回転駆動力により、ロータハブ 35 及びシャフト 34 の回転
10 側部材が回転する。この回転により、シャフト 34 とラジアル軸受部材 33 との間にラジアル動圧が発生し、ラジアル軸受部材 33 の前記端面とスラスト板 36 との間に溝 7 の作用によりスラスト動圧が発生する。この結果、前記回転側部材は、ラジアル軸受部材 33、スリーブ 32 ほかの固定側部材に対して非接触で回転する。この回転によって回転部材側に発生する静電気は、上述のシャフト 34
15 の下端面とベース 21 との間に介在する磁性液体 13 を通して、固定側部材の方へ随時放電される。磁性流体 13 が介在する位置は、動圧軸受の略回転中心に当たることから、磁性流体 13 には介在する部材間の相対的な高速回転による影響がほとんどない。また、磁性流体 13 の近傍には、動圧発生用の気体の流れはない。したがって、磁性流体 13 は、安定してそのままの位置に維持され、また、
20 粘性抵抗や発熱の問題を回避することができる。

なお、図面表示はしないが、前記磁性流体を利用した導通機構を、回転の中心軸であるシャフト 34 の下端面中央に設けるのではなく、図のシャフト 34 下端部近傍でその円筒状外周面に設けるものとしてもよい。すなわち、前記スリーブ
25 32 にドーナツ状部材を取り付け、そのドーナツ状部材の中空部に前記シャフト 34 を嵌入させ、その両者の間のギャップ中に磁性流体を充填して静電気導通機構としてもよい。この場合には、シャフト 34 の回転周速が磁性流体に作用することとなるが、シャフト 34 の外周であって回転中心からの距離が短いため、周速は低く、また気体の通過もないことから、粘性抵抗増大、発熱、磁性流体の飛

クス製とし、スピンドルモータの耐久性、信頼性を高めることができる。

次に、本発明にかかる第2の実施の形態につき、図面を参照して説明する。図2は、本実施の形態にかかるスピンドルモータ20、及びそれに使用される動圧
5 気体軸受の断面を示している。なお、図2を含め、以降の各実施の形態において、
先の実施の形態の図面で示したものと同一要素に対しては、同一符号を付すもの
とする。図2において、固定側のラジアル軸受部材16がシャフト2に固定され、
ロータハブ3に固定された回転側のラジアル軸受部材17と所定間隙を設けて対
10 峙している。ベース1に固定されたスラスト板18は、動圧発生用の溝7が設け
られた面を、回転側のラジアル軸受部材17の一方の端末に対向させて配置され
る。本実施の形態における前記の各軸受構成部材16、17、18の材料は、導
電性セラミックスとしている。その他においては、磁性流体13、及びその保持
機構を構成するヨーク11、12、磁石14が設けられていない点を除き、先の
実施の形態と同様である。

15 本実施の形態では、軸受にとっては好ましい耐摩耗性、剛性に優れたセラミッ
クスを動圧軸受部材として使用しながら、スピンドルモータの回転停止時におい
ては、軸受構成部材間が接触することにより、回転側部材に蓄積された静電気を、
接触する固定側部材へ放電することを可能としている。放電を可能とするため、
20 前記軸受構成部材16、17、18には導電性セラミックスを使用する。具体的
には、このセラミックス軸受構成部材は、導電性かつ高耐摩耗性を具備する、 Al_2O_3 -30vol%TiC、 TiB_2 、 Si_3N_4 -30vol%TiN等のセ
ラミックスで形成するものとしている。

25 なお、本実施の形態では、停止時においてのみ蓄積した静電気を逃がす手段を
設けているため、先の実施の形態にあるように、回転中であっても、随時静電気を
逃がす構成とはなっていない。すなわち、通常ステンレス鋼が使用される前記
軸受構成部材を、耐摩耗性、剛性の優れたセラミックスと置き換えることによっ
てスピンドルモータの耐久性を高めることができ、かつ、スピンドルモータが停

である。

図 1 2 は、従来技術にかかる静電気の導通機構を備えた動圧気体構造の断面図である。

5 発明を実施するための最良の形態

本発明にかかる第 1 の実施の形態につき、図面を参照して説明する。図 1 は、
本実施の形態にかかるスピンドルモータ 10、及びそれに使用される動圧気体軸
受を示している。図において、ベース 1 にはシャフト 2 が固定され、シャフト 2
の外周部にはシャフト 2 を中心に回転するロータハブ 3 が嵌装されている。シャ
フト 2 の外周面には固定側のラジアル軸受部材 4 が、ロータハブ 3 の内周面には
10 回転側のラジアル軸受部材 5 がそれぞれ固定されている。両ラジアル軸受部材 4、
5 は、半径方向に所定の間隙を設けて対峙し、動圧気体軸受のラジアル軸受部
を構成する。ベース 1 には更に、円盤状のスラスト板 6 がシャフト 2 の軸と垂直に
取り付けられ、回転側のラジアル軸受部材 5 の一方の軸方向端面に対向している。
15 スラスト板 6 には、点線で示すスラスト動圧発生用の溝 7 が設けられており、前
記ラジアル軸受部材 5 の端面とスラスト板 6 とにより動圧気体軸受のスラスト軸
受部を構成する。

ベース 1 には、放射状のステータ 8 が固定され、ステータ 8 にはコイルが巻か
20 れている。ロータハブ 3 の内周面には、ロータ磁石 9 が取り付けられ、ステータ
8 に対向している。ロータハブ 3 の外周面上には、図示しない複数の記録メディ
アが搭載される。

シャフト 2 の図面上の上端面には、その中央部にヨーク 11 が取り付けられ、
25 ロータハブ 3 には、前記ヨーク 11 に対向する位置にヨーク 12 が取り付けられ
ている。両ヨーク 11、12 は、所定の間隔をおいて対向し、この両者の間に磁
性流体 13 が満たされている。シャフト 2 の上端面上でヨーク 11 の外周には、
環状の磁石 14 が固定されている。この磁石 14 の作用によって、磁性流体 13
は両ヨーク 11、12 の間に拘束される。

れ対応する導電性よりも高めている構造であることを特徴としている。

5 本発明にかかる更に他の実施の形態のハードディスクドライブは、前記記憶メディアを回転駆動するスピンドルモータが、動圧気体軸受を備えていることを特徴としている。

10 本発明にかかる更に他の実施の形態のハードディスクドライブは、前記動圧気体軸受のラジアル軸受部及びスラスト軸受部を構成するそれぞれの軸受部材のいずれか1つ、もしくは2つ以上が、セラミックスで形成されていることを特徴としている。

15 本発明にかかる他の実施の形態は、回転駆動される複数の記憶メディアの各個にアクセスする複数のヘッドアセンブリにより、前記記憶メディアとの間で情報の記録、もしくは再生、もしくはこの双方を行うハードディスクドライブにおいて、前記複数の記憶メディアの特定の1つと、前記複数のヘッドアセンブリの特定の1つとの間で、いずれか一方の側に蓄積された静電気をいずれか他方へ放電するよう誘発することにより、ハードディスクドライブを構成する他の部位から、静電気の放電に伴う障害を排除することを特徴とするハードディスクドライブの静電気障害を回避する方法に関する。

20 本発明に係る磁性流体を使用する導通機構を備えた軸受構造によれば、軸受内部を通過する気体の流れや、磁性流体が配備された場所における相対回転がほとんど無視できることから、回転側部材と固定側部材との間に介在する磁性流体が空気の流れにより吹き飛ばされたり、飛散したりすることがなく、また、高速回転域における前記磁性流体の粘性抵抗の増大、発熱を抑制し、回転部材側に蓄積された静電気を、固定部材側に安定して放電することができる。

25 本発明にかかる、導電性セラミックス材を使用した動圧気体軸受によれば、セラミックスの持つ高剛性、良好な耐摩耗性を軸受部材として利用できると同時に、

しくは2つ以上が、セラミックス製であることを特徴としている。

5 本発明にかかる他の実施の形態は、固定側部材と、前記固定側部材に支承されて回転する回転側部材とからなり、前記回転側部材の回転時には、前記固定側部材と前記回転側部材とが非接触状態に保たれる動圧気体軸受を備えた軸受構造であって、前記動圧気体軸受のラジアル軸受部、及びスラスト軸受部を構成する軸受部材の内、回転停止時には接触する少なくとも一对の軸受部材が、導電性セラミックスで形成されていることを特徴とする軸受構造に関する。

10 本発明にかかる他の実施の形態の軸受構造は、前記導電性セラミックスの材料が、 $Al_2O_3-30vol\%TiC$ 、 TiB_2 、 $Si_3N_4-30vol\%TiN$ であることを特徴としている。

15 本発明にかかる更に他の実施の形態は、固定側部材と、前記固定側部材に支承されて回転する回転側部材とからなり、前記回転側部材の回転時には、前記固定側部材と前記回転側部材とが非接触状態に保たれる動圧気体軸受を備えた軸受構造であって、前記動圧気体軸受の動圧発生用の気体の吸引もしくは吐出に伴う気流が生じない領域、もしくは前記気流が無視し得る領域において、前記固定側部材及び前記回転側部材を電氣的につなぐ磁性流体からなる導通機構を設けたこと
20 を特徴とする軸受構造に関する。

本発明にかかる更に他の実施の形態は、以上述べた各実施の形態のいずれかに記載の軸受構造を備えていることを特徴とするスピンドルモータに関する。

25 本発明にかかる更に他の実施の形態は、前記のスピンドルモータを備えたことを特徴とするハードディスクドライブに関する。

本発明にかかる更に他の実施の形態は、情報の記録、もしくは再生、もしくはこの双方が可能な複数の記憶メディアと、前記複数の記憶メディアを搭載して回、

発明の開示

本発明は、上記のような課題を解決することを目的とする。すなわち、本発明は、非接触回転を行う軸受構造にあっても、回転中に回転側部材に発生する静電気を確実に固定側部材に逃がす機構を備えた軸受構造、スピンドルモータ、及びHDDを提供することを目的としている。また、回転停止時に両部材間が接触する状態において、その接触による静電気の導通を可能とし、かつ耐摩耗性、剛性の優れた軸受構造を提供することを目的としている。

10 発明にかかる一つの実施の形態は、固定側部材と、前記固定側部材に支承されて回転する回転側部材とからなり、前記回転側部材の回転時には、前記固定側部材と前記回転側部材とが非接触状態に保たれる軸受構造において、前記軸受構造の回転中心軸上もしくはその近傍に、前記固定側部材と前記回転側部材とを電気的につなぐ導通機構を設けたことを特徴とする軸受構造に関する。

15 本発明にかかる他の実施の形態の軸受構造は、前記導通機構が磁性流体からなることを特徴としている。

20 本発明にかかる更に他の実施の形態の軸受構造は、前記導通機構が、前記固定側部材もしくは前記回転側部材のいずれか一方に係止され、いずれか他方に当接する弾性部材であることを特徴としている。

25 本発明にかかる更に他の実施の形態の軸受構造は、前記弾性部材が、導電性の可撓性を有する湾曲した舌片であることを特徴としている。

本発明にかかる更に他の実施の形態の軸受構造は、前記弾性部材が、導電性の可撓性を有するリングであることを特徴としている。

本発明にかかる更に他の実施の形態の軸受構造は、前記導通機構が、前記固定

特開平 1 1 - 5 5 9 1 6 号公報には、上記問題を回避するための手段を備えたスピンドルモータを開示している。図 1 2 は、そのスピンドルモータ 1 4 0 の概要を示している。図において、ベース 1 4 1 にはシャフト 1 4 2 が固定されている。シャフト 1 4 2 に対してロータハブ 1 4 3 が嵌装され、このロータハブ 1 4 3 の外周面には、図示しないハードディスクが搭載される。シャフト 1 4 2 には、固定側のラジアル軸受部材 1 4 4 が、又、ロータハブ 1 4 3 には回転側のラジアル軸受 1 4 5 が固定され、この両者 1 4 4、1 4 5 が所定の間隙を設けて相対回転可能に対峙している。回転側のラジアル軸受 1 4 5 の軸方向両端には、一对のスラスト軸受部材 1 4 6、1 4 7 が取り付けられ、固定側のラジアル軸受部材 1 4 4 の下端面及び上端面にそれぞれ所定の間隙を設けて対向している。スピンドルモータの駆動用として、シャフト 1 4 2 にはコイルを巻いたステータ 1 4 8 が取り付けられ、ロータハブ 1 4 3 に取り付けられたロータ磁石 1 4 9 と対向している。

以上のように構成されたスピンドルモータ 1 4 0 の動作は、ステータ 1 4 8 のコイルへの通電により、ステータ 1 4 8 とロータ磁石 1 4 9 との間に回転駆動力が発生、これによってロータ磁石 1 4 9 が取り付けられたロータハブ 1 4 3 が、シャフト 1 4 2 を中心に回転する。この回転によってロータハブ 1 4 3 に固定された回転側のラジアル軸受部材 1 4 5 が回転し、これと対向する固定側のラジアル軸受部材 1 4 4 との間にラジアル動圧を発生させる。同じく回転するスラスト軸受部材 1 4 6、1 4 7 と、これに対向する固定側のラジアル軸受部材 1 4 4 の下端面及び上端面との間でそれぞれスラスト動圧が発生する。これによって、ロータハブ 1 4 3 及びこれに固定された回転側部材は、シャフト 1 4 2 及びその他の固定側部材に対して非接触で回転する。

前記非接触で回転する回転側部材に蓄積される静電気を逃がすため、特開平 1 1 - 5 5 9 1 6 号公報に示すスピンドルモータ 1 4 0 は、以下の構成を備えている。すなわち、リング状の磁石 1 5 1 及び磁性板 1 5 2 がロータハブ 1 4 3 に両者密着して取り付けられ、磁性板 1 5 2 とシャフト 1 4 2 との対向する面の間に、

いる。図において、ベース 112 には円柱状のシャフト 113 が固定され、シャフト 113 の外周面には所定の間隙を設けて中空円筒状のスリーブ 114 が嵌装されている。シャフト 113 の外周面とスリーブ 114 の内周面とにより、ラジアル軸受部が構成される。ベース 112 には、スリーブ 114 の一方の軸方向端面に対向して、円盤状のスラスト板 115 がシャフト 113 の軸に垂直な方向に取り付けられている。スリーブ 114 の前記端面に対向するスラスト板 115 の表面には、点線で示すスラスト動圧発生用の溝 116 が設けられ、このスリーブ 114 の端面とスラスト板 115 とにより、スラスト軸受部が構成される。前記ラジアル軸受部とスラスト軸受部とにより、動圧気体軸受が構成されており、各軸受を構成する部材間に介在する気体（通常は空気）が、前記部材間の相対回転運動により動圧を発生させる。スリーブ 114 はロータハブ 117 に固定され、ロータハブ 117 の外周面には複数の記憶メディア 90 が搭載されている。ベース 112 には更に、放射状に配置されたステータ 118 が取り付けられ、ステータ 118 にはコイルが巻かれている。ロータハブ 117 の内周面にはロータ磁石 119 が取り付けられ、ステータ 117 に対向している。

以上のように構成されたスピンドルモータ 111 の動作は、ステータ 118 に巻かれたコイルに通電することによって、ステータ 118 とロータ磁石 119 との間で反発／吸引力が作用する。これにより、ロータハブ 117 の回転駆動力が生まれ、そのロータハブ 117 に固定されたスリーブ 114 がシャフト 113 を中心に回転する。この回転によって前記ラジアル軸受部で発生するラジアル方向の動圧により、シャフト 113 とスリーブ 114 とは非接触の状態に保たれる。一方、スラスト軸受部において、スリーブ 114 の端面とスラスト板 115 との相対回転によって溝 116 の作用によりスラスト方向の動圧が発生する。その結果、スリーブ 114 はスラスト板 115 から浮上し、スリーブ 114、ロータハブ 117、そして記憶メディア 90 ほかの回転側部材は、シャフト 113、スラスト板 115 ほかの固定側部材と非接触の状態となり、高速回転が可能となる。

上述のように、動圧気体軸受を利用することにより、スピンドルモータ 111、



be used. The HDD includes a dummy disk and a dummy head so as to induce electric discharge between them, thereby preventing an electrostatic failure of the other parts of the HDD.

(57) 要約:

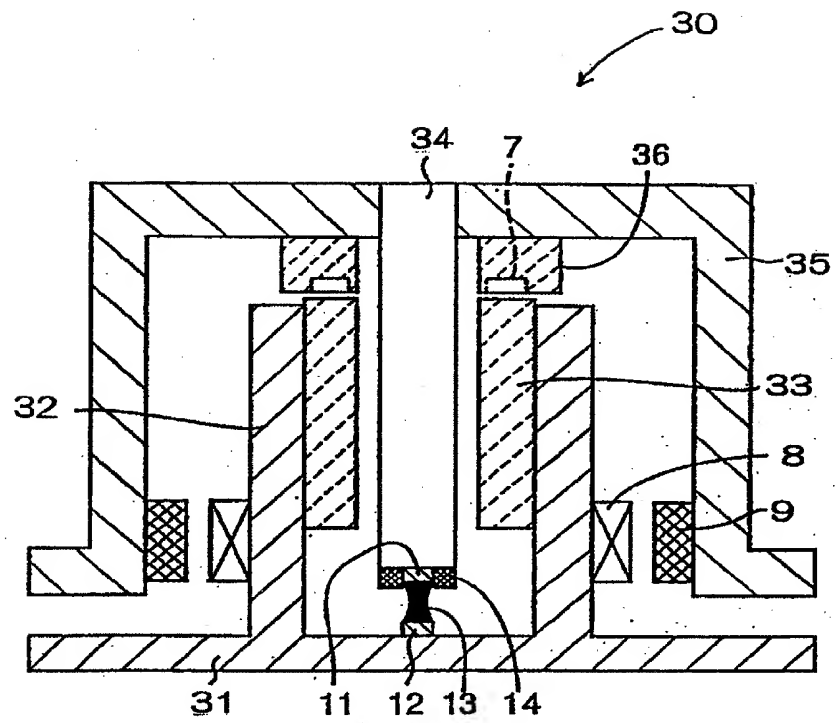
非接触で回転する回転側部材に蓄積される静電気を安全に固定側部材に放電する軸受構造、及び静電気による障害を回避するHDDを提供する。非接触で回転する回転側部材の回転中心軸上もしくはその近傍に、固定側部材と回転側部材とを電気的につなぐ、例えば、磁性流体(13)を含む導通機構を設ける。回転中心軸もしくはその近傍は、回転側部材と固定側部材との相対回転による影響や、動圧発生用の気流による影響をほとんど受けることがなく、磁性流体(13)の介在位置が安定して維持され、回転側部材の静電気を確実に固定側部材へ逃がす。また、粘性抵抗や、発熱の問題もほとんど生じない。磁性流体の代わりに、導電体の可撓性を有する舌片などの導通機構を用いてもよい。HDDでは、ダミーディスクとダミーヘッドとを設けてこの両者間で放電を誘発することにより、HDDの他の部分での静電気障害を回避する。

25. 前記動圧気体軸受のラジアル軸受部及びスラスト軸受部を構成するそれぞれの軸受部材のいずれか1つ、もしくは2つ以上が、セラミックスで形成されていることを特徴とする、請求項24に記載のハードディスクドライブ。

- 5 26. 回転駆動される複数の記憶メディアの各個にアクセスする複数のヘッドアセンブリにより、前記記憶メディアとの間で情報の記録、もしくは再生、もしくはこの双方を行うハードディスクドライブにおいて、

- 10 前記複数の記憶メディアの特定の1つと、前記複数のヘッドアセンブリの特定の1つとの間で、いずれか一方の側に蓄積された静電気をいずれか他方へ放電するよう誘発することにより、ハードディスクドライブを構成する他の部位から、静電気の放電に伴う障害を排除することを特徴とする静電気障害を回避する方法。

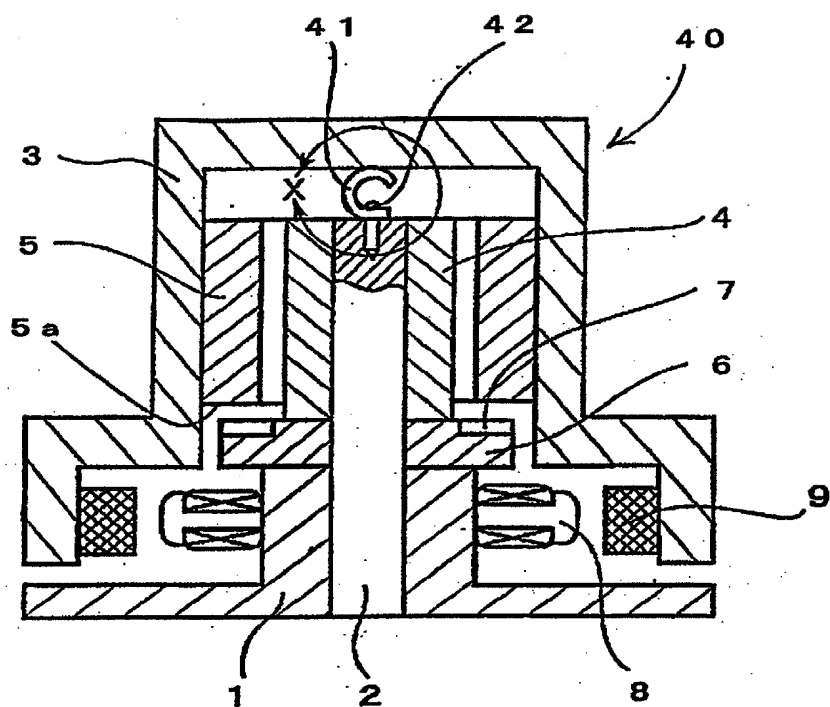
図3



3 / 9

図 4

(a)



(b)

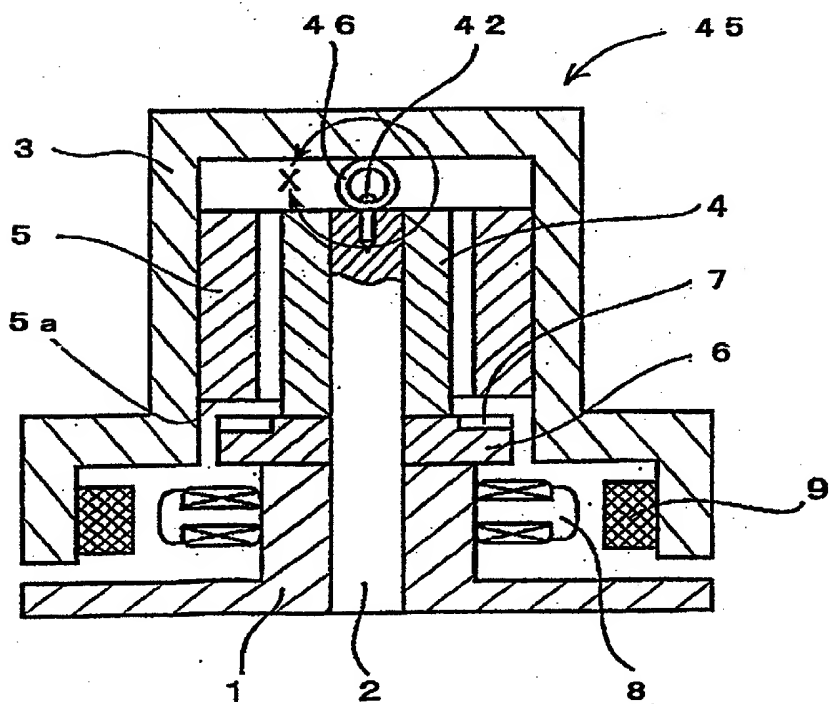
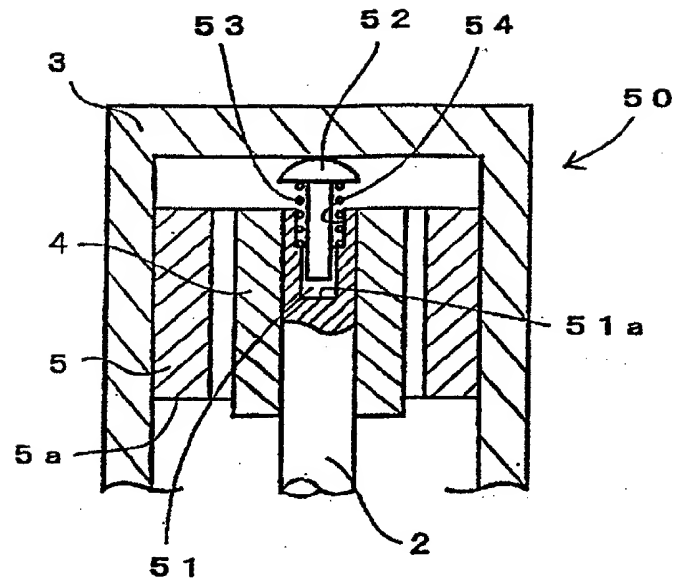


図 5

(a)



(b)

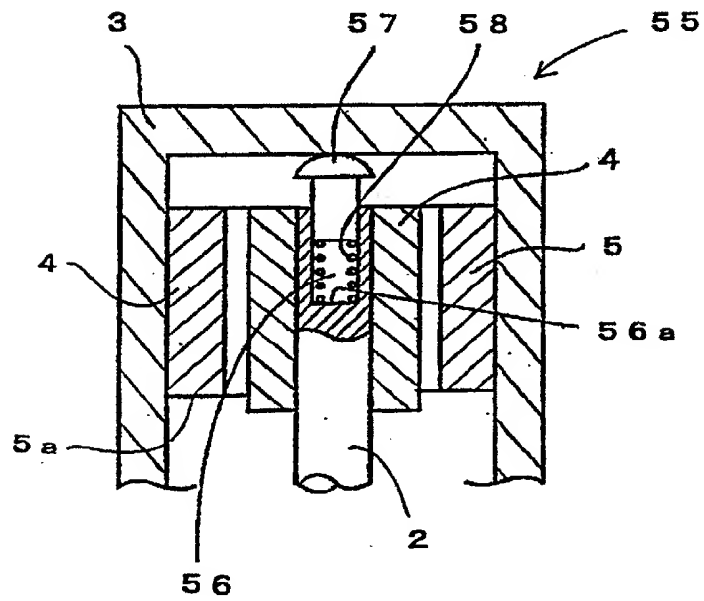


図 6

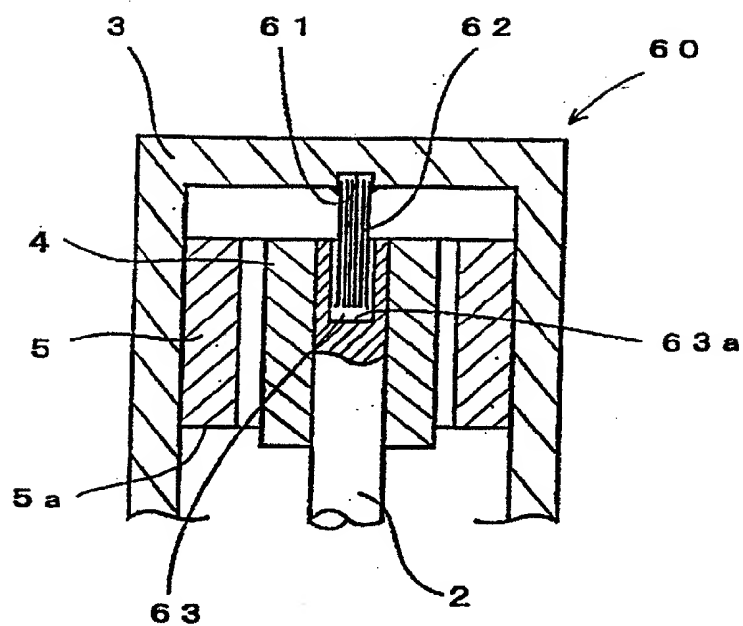


図 7

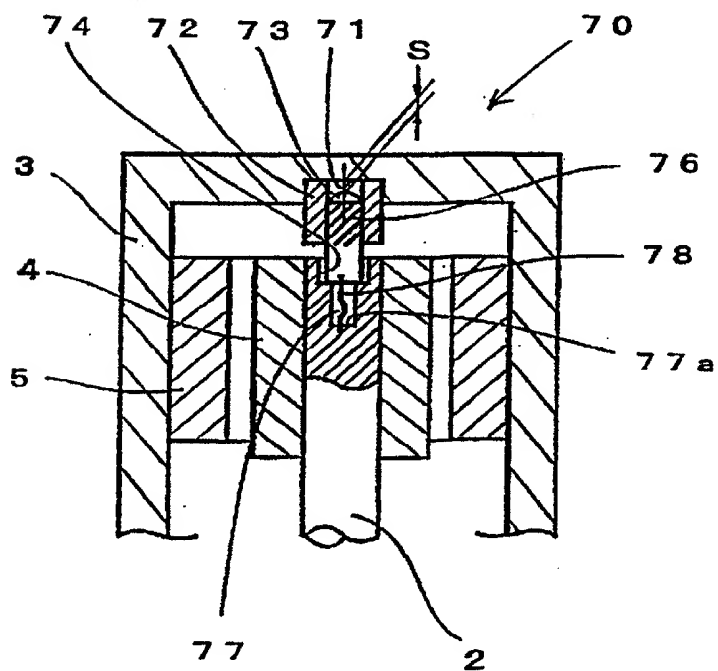


図 8

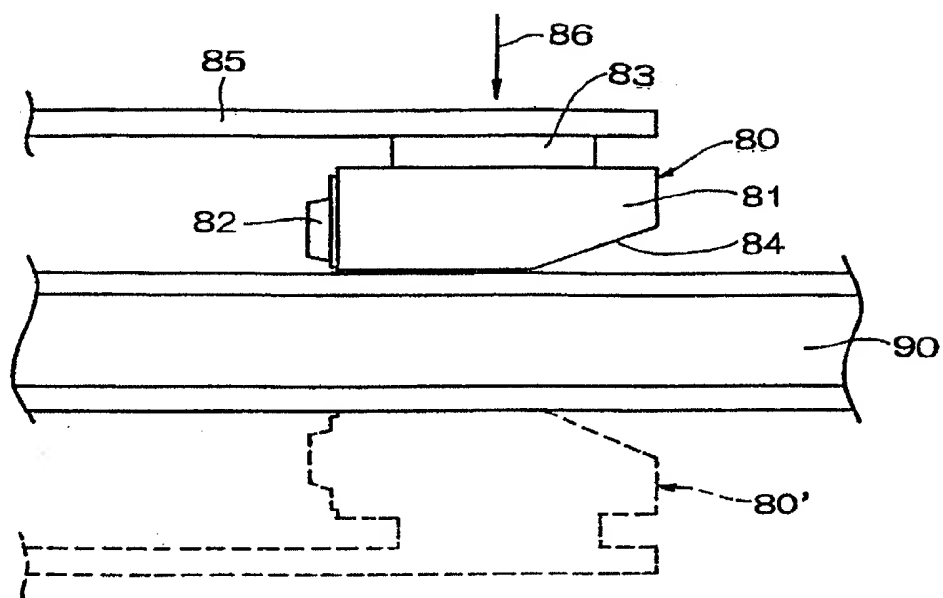


図 9

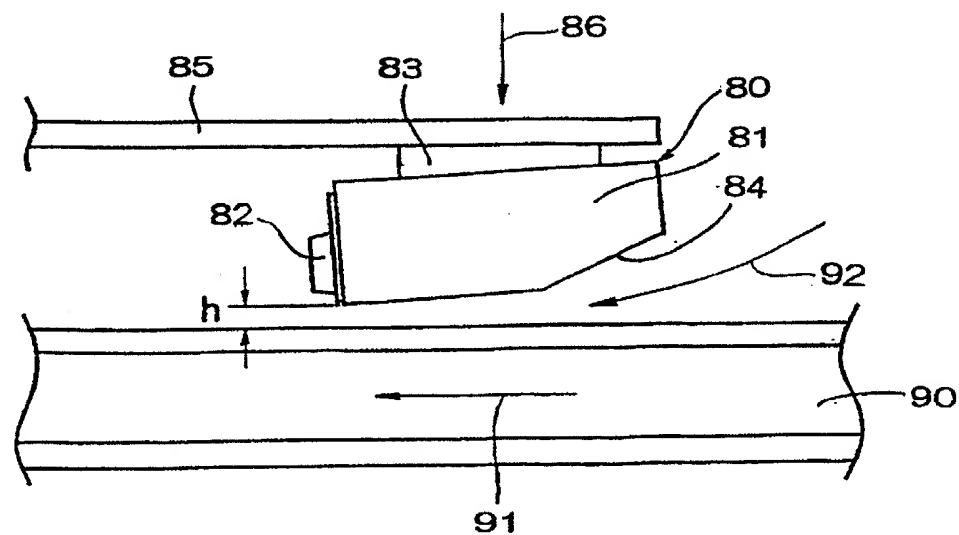


図 10

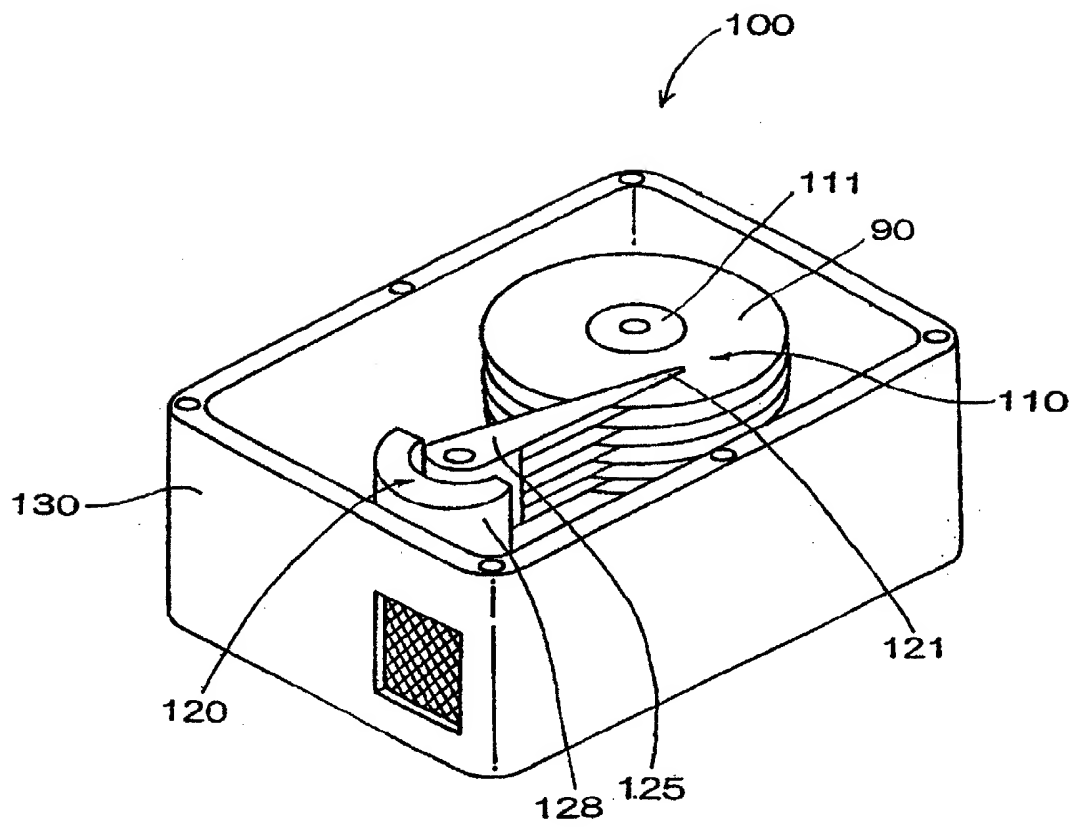


図 11

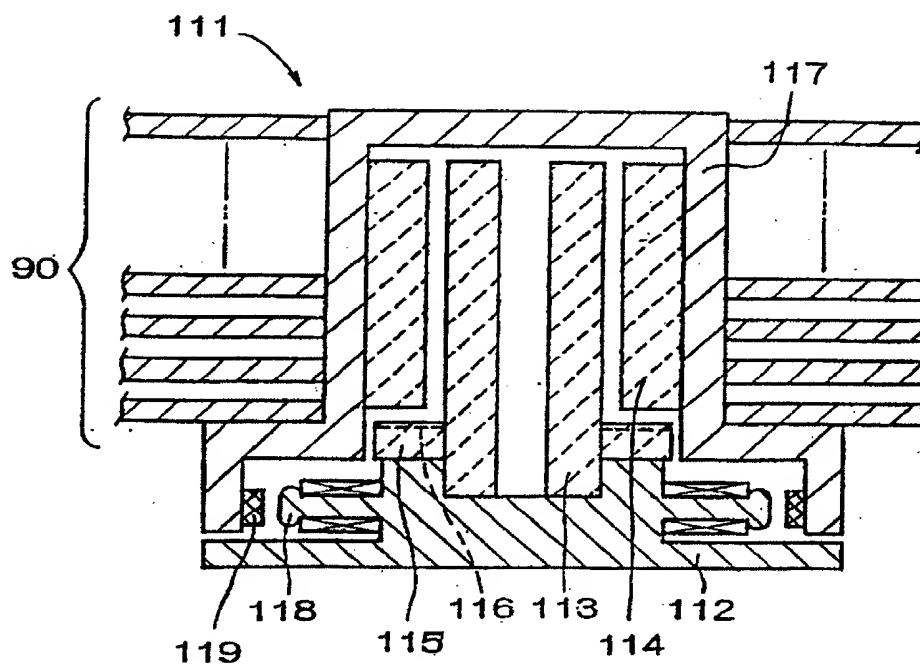
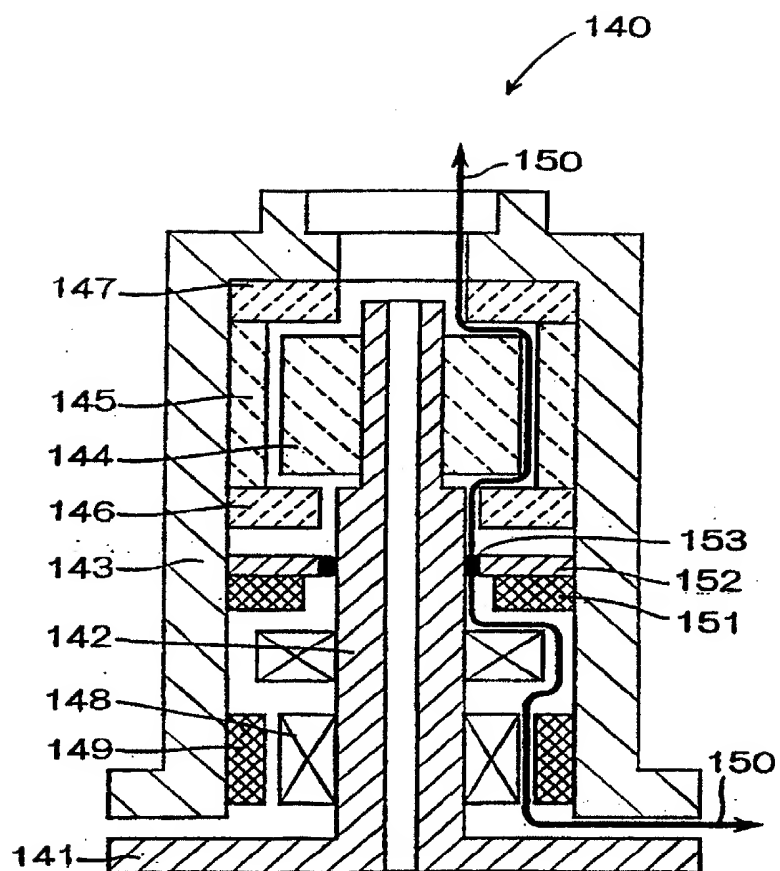


図 12



第I欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第II欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

- ・請求の範囲 1 - 17 は軸受構造に関するものである。
- ・請求の範囲 18 - 26 はハードディスクドライブに関するものである。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/03223

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ F16C17/10, F16C33/10, F16C33/24,
H02K5/16, H02K7/08, H02K7/09, H02K21/22
G11B19/20, G11B25/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ F16C17/00-17/26, F16C33/00-33/28,
H02K5/00-5/26, H02K7/00-7/20, H02K21/22
G11B19/20-19/28, G11B25/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 11-69725, A (Seiko Instruments Inc.), 09 March, 1999 (09.03.99), Column 4, line 1 to Column 5, line 8 (Family: none)	1, 2, 11, 15-17
X	JP, 5-288214, A (Ebara Corporation), 02 November, 1993 (02.11.93), Column 4, line 31 to Column 6, line 30 (Family: none)	1, 3, 11, 12, 16, 17 4-7
Y	JP, 9-144758, A (SANKYO SEIKI MFG. CO., LTD.), 03 June, 1997 (03.06.97), Column 7, lines 18 to 25 (Family: none)	1, 8, 11, 16, 17 10
X	JP, 8-296649, A (Kyocera Corporation), 12 November, 1996 (12.11.96), Column 3, line 18 to Column 4, line 4 (Family: none)	13, 14, 16, 17, 12
Y		
A	JP, 5-347066, A (NEC Ibaraki Ltd.), 27 December, 1993 (27.12.93), Column 2, line 15 to Column 4, line 4 (Family: none)	1-26

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 August, 2000 (22.08.00)

Date of mailing of the international search report
05 September, 2000 (05.09.00)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/03223

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The subject matters of the inventions of claims 1-17 relate to a bearing structure.

The subject matters of the inventions of claims 18-26 relate to a hard disk drive.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.